

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНАКО-ЗМІННИХ НАВАНТАЖЕНЬ У БУРИЛЬНИХ ТРУБАХ ПІД ЧАС СПУСКО-ПІДІЙМАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ

За допомогою модуля *Simulation* програмного середовища *SolidWorks* виконано моделювання дослідного зразка елеватора, бурильної колони і муфти. Знайдено конфігурації і параметри поля напруженостей у зазначеному обладнанні при навантаженні 2500 кН, 3000 кН. Показано, що проблема зменшення (уникнення) знако-змінних навантажень на бурильні труби під час спуско-піднімальних операцій може бути вирішена шляхом зміни геометрії упору корпусу елеватора та муфти.

**Ключові слова:** моделювання, модуль *Simulation*, програмне середовище *SolidWorks*, елеватор, бурильна колона, муфта.

С помощью модуля *Simulation* программной среды *SolidWorks* выполнено моделирование опытного образца элеватора, буровой колонны и муфты. Найдено конфигурации и параметры поля напряженностей в указанном оборудовании при нагрузке в 2500 кН, 3000 кН. Показано, что проблема уменьшения знакопеременных нагрузок на буровые трубы во время спуско-подъемных операций может быть решена путем изменения геометрии упора корпуса элеватора и муфты.

**Ключевые слова:** моделирование, модуль *Simulation*, программная среда *SolidWorks*, элеватор, буровая колонна, муфта.

*Modeling the prototype elevator drill and string coupling was made by using Simulation Module Solid Workss. The configuration parameter sand field strength insaid equipmentat a loadof 2500 kN and 3000 kN was found. It is shown that the problem of reducing the load on alternating drill pipe during tripping operations can be solved by change ingthegeometry of the elevator stop sand coupling.*

**Keywords:** modeling, Simulation module, SolidWorks software environment, elevator, drill string, coupling.

### Актуальність проблеми і стан її дослідження

Актуальність проблеми обумовлена важливістю забезпечення тривалого періоду роботи бурильних труб та безаварійної їх роботи. На сьогодні в Україні і в світовій практиці при бурінні свердловин на нафту і природний газ застосовуються бурильні труби із звичайними бурильними муфтами під елеватор, які не дозволяють виключити знако-змінні навантаження, які часто виникають у верхній частині труб при проведенні спуско-підіймальних операцій (СПО). Такі знако-змінні навантаження виникають у бурильних трубах навіть при незначних перекосах в стропах елеватора або в столі ротора під час спуско-підіймальних операцій і нарощуванні бурильної колони і є причиною утворення мікротріщин та зрештою обриву бурильної колони і значно обмежують термін експлуатації бурильних труб [1, 2].

**Мета роботи:** порівняльне дослідження різних конструкцій муфти замків бурильних труб і елеватора для зменшення (уникнення) знако-змінних навантажень на бурильні труби під час спуско-піднімальних операцій і наросування інструменту.

**Виклад основного матеріалу.** Традиційно застосовуваний елеватор для спуско-піднімальних операцій під час буріння свердловин складається (рис. 1) з корпусу 1, в якому встановлені замок 2 з рукояткою 3, замком штропа 4 і заціпки 5. На верхньому торці корпусу виконаний упор 6, який дасть змогу розподілити раціонально навантаження по поверхні корпусу елеватора.

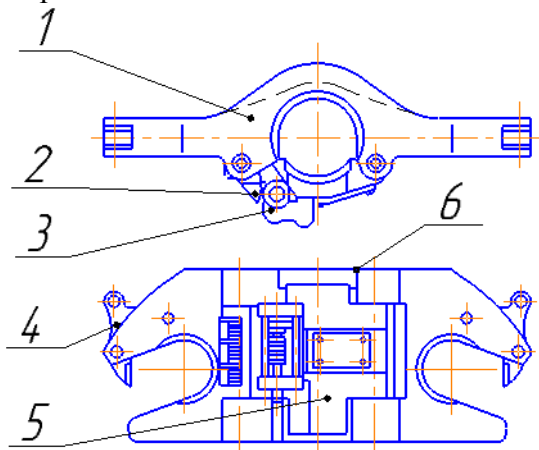


Рисунок 1 – Базова конструкція елеватора: 1 – корпус; 2 – замок; 3 – рукоятка; 4 – замок штропа; 5 – заціпка, 6 – упор для бурової труби

У верхній частині корпус має запобіжне розточування, що виключає можливість виходу труби з елеватора, що знаходиться під навантаженням при спуско-підйомних операціях.

3D- модель елеватора та бурильної колони з муфтою показано на рис. 2.

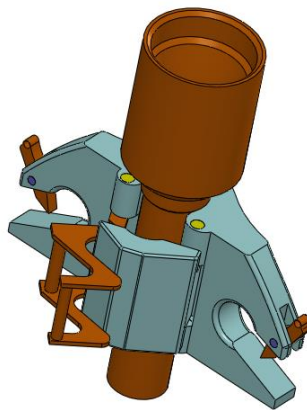


Рисунок 2 – 3D модель компоновки дослідного зразка елеватора, бурильної колони і муфти

На рис. 3. в двох ракурсах показано 3D-модель дослідного зразка елеватора після модернізації без муфти.

Запропонована модернізація полягає у зміні поверхонь упору елеватора та муфти які мають пологі краї що, як ми очікуємо, забезпечить зниження знако-змінних навантажень і, отже, збільшить термін експлуатації бурильних труб.

Моделювання виконано за допомогою комп'ютерної системи Simulation програмного середовища SolidWorks. При дослідженні елеватора до бурильної колони прикладено навантаження 2500 кН, 3000 кН.

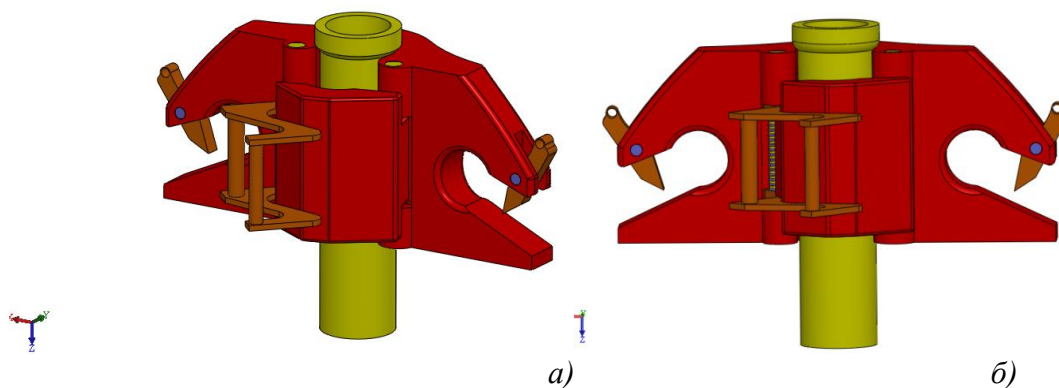


Рисунок 3 – 3D модель дослідного зразка елеватора без муфти:  
а) до модернізації; б) після модернізації

Отримані в результаті проведених досліджень значення напружень показані на рис. 4 і 5.

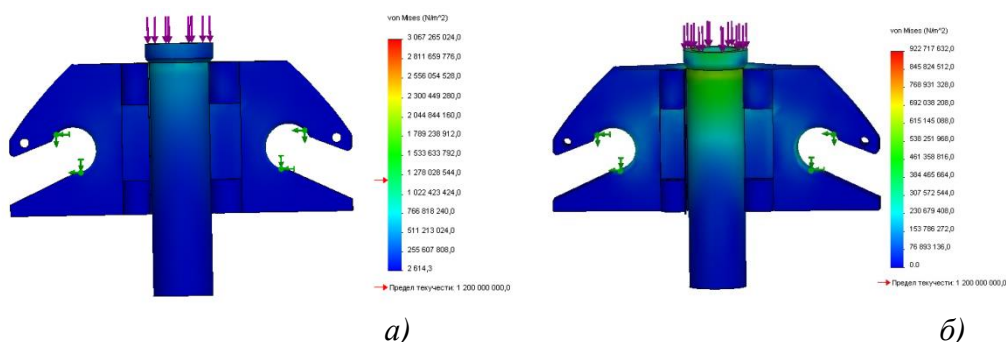


Рисунок 4 – Дослідження результатів напруження при навантаженні  $2500 \text{ кН} = 250 \text{ т}$ : а) до модернізації; б) після модернізації.

На рисунках показано шкалу напруг які виникають у обладнанні під дією навантаження.

При навантаженні  $2500 \text{ кН} = 250 \text{ т}$  у варіанті елеватора до модернізації (прототип) у сполученні «елеватор-бурильна труба» (на рис. 4, а)) виникають максимальні напруження  $3 067 \text{ Н/мм}^2$ , що суттєво перевищує границю плинності  $1200 \text{ Н/мм}^2$  і, отже, викликає руйнування обладнання.

При навантаженні  $2500 \text{ кН} = 250 \text{ т}$  у варіанті елеватора після модернізації картина напружень у сполученні «елеватор-бурильна труба» (на рис.4, б)) зовсім інша – максимальні напруження не перевищують  $922, 717 \text{ Н/мм}^2$ , що нижче за границю плинності  $1 200 \text{ Н/мм}^2$ .

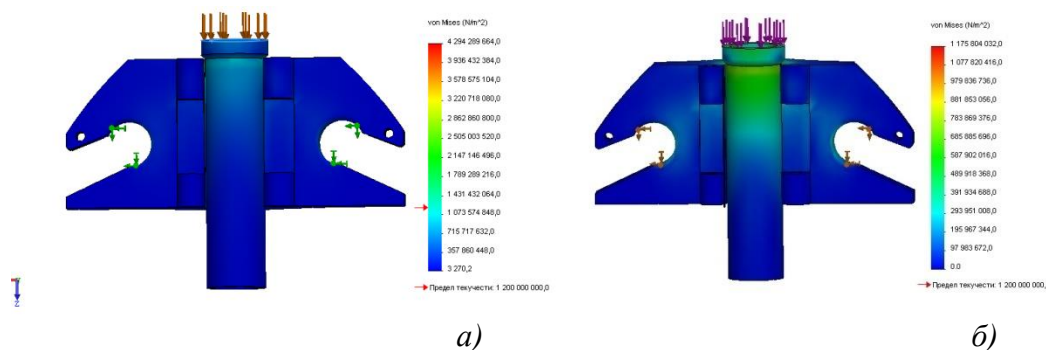


Рисунок 5 – Дослідження результатів напруження при навантаженні  $3000 \text{ кН} = 300 \text{ т}$ :  
а) до модернізації; б) після модернізації

При навантаженні  $3000 \text{ кН} = 300 \text{ т}$  у варіанті елеватора до модернізації (прототип) у сполученні «елеватор-бурильна труба» (на рис. 5, а)) виникають максимальні напруження  $4294 \text{ Н/мм}^2$ , що суттєво перевищує границю плинності  $1200 \text{ Н/мм}^2$  і, отже, викликає руйнування обладнання.

При навантаженні  $3000 \text{ кН} = 300 \text{ т}$  у варіанті елеватора після модернізації картина напружень у сполученні «елеватор-бурильна труба» (на рис. 5, б)) зовсім інша – максимальні напруження не перевищують  $1175 \text{ Н/мм}^2$ , що нижче за границю плинності  $1200 \text{ Н/мм}^2$ .

### Висновки

Таким чином, як показують модельні дослідження зразка елеватора, бурильної колони і муфти, проблема зменшення (уникнення) знако-змінних навантажень на бурильні труби під час спуско-піднімальних операцій може бути вирішена шляхом зміни геометрії упору корпусу елеватора та муфти.

Результати моделювання з використанням комп'ютерної прикладної програми Simulation, що є прикладним модулем SolidWorks, показують, що до модернізації елеватора у пристрої виникають напруження які перевищують границю плинності тим самим показуючи, що обладнання буде деформуватися, що призводить до його руйнування. Модернізація обладнання забезпечує суттєве зменшення максимальних напружень у сполученні «елеватор-бурильна труба», які не перевищують границю плинності.

### Література

1. *Технологія і техніка буріння*. Войтенко В. С., Вітрик В. Г. Київ-Львів: Центр Європи. – 2012. 708 с.
2. *Буріння свердловин: довідник* / Мислюк М.А., Рибчич І.Й., Яремійчук Р.С. – Т.5: Ускладнення. Аварії. Екологія. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2004. – 376 с.